

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000348170  
PUBLICATION DATE : 15-12-00

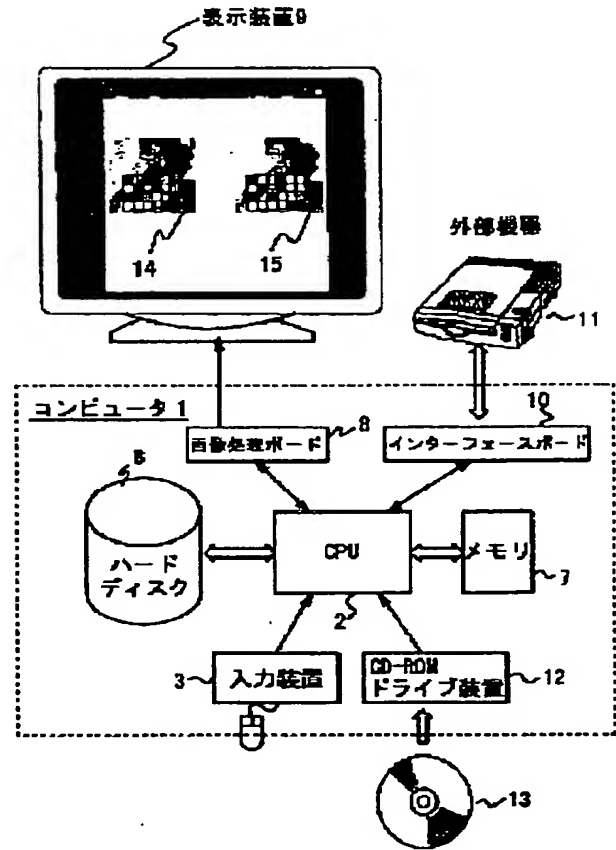
APPLICATION DATE : 03-06-99  
APPLICATION NUMBER : 11157165

APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : NAKAGAWA YUKIO;

INT.CL. : G06T 5/00 H04N 1/60 H04N 1/46  
H04N 9/79

TITLE : IMAGE CORRECTING DEVICE AND  
RECORDING MEDIUM WHERE IMAGE  
CORRECTING PROGRAM IS  
RECORDED



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To correct an image to a color tone corresponding to the image when illumination light is flat by providing a mean value calculation part of respective histograms, a histogram conversion part which converts the respective histograms so that the mean values of the histograms after conversion are equal to a specific reference value, etc.

**SOLUTION:** A CPU 2 opens an object image file to be corrected and obtains image data. Then histograms are generated by color components R, G, and B from the image data and the mean values of the histograms are calculated by the color components. At this time, a user specifies a reference value W0. Then the histograms are so converted that the mean values of the histograms after conversion are equal to the reference value W0. The image at this point of time is updated as a corrected image. The image which is thus corrected has a preferable color tone equivalent to that when the image is lit with flat illumination light since the mean values of the histograms corresponding to the color components are equal to the reference value W0.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A picture compensator comprising:

An image acquiring part which acquires image data from the exterior.

A histogram preparing part which creates each histogram for every color component from said image data.

An averaging part which computes each average value of each of said histogram.

A histogram conversion part which changes said each histogram so that each average value of each histogram after conversion may be respectively in agreement with the appointed reference value.

[Claim 2]A picture compensator comprising:

An image acquiring part which acquires image data from the exterior.

A histogram preparing part which creates each histogram for every color component from said image data.

An averaging part which computes each average value of each of said histogram.

A stage value calculation part which determines three or more stage values respectively between reference values specified as said each average value, and a histogram conversion part which changes said each histogram so that each average value of each histogram after conversion may be respectively in agreement with said each stage value.

[Claim 3]claims 1 and 2, wherein said each average value is each centroid value of each of said histogram – a picture compensator any or given in 1 paragraph.

[Claim 4]claims 1, 2, and 3, wherein said histogram conversion part changes a histogram using an interpolation function – a picture compensator any or given in 1 paragraph.

[Claim 5]A recording medium which recorded a picture correction program for operating a computer as a picture compensator given in any 1 paragraph chosen from claims 1-4 and in which machinery reading is possible.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]After this invention was printed, for example on photographic paper, Or after long term storage is carried out with a film, it is related with the color fogging compensator which amends the color fogging of the picture of the photograph etc. which were photoed by the photograph which faded, the lighting conditions which is not preferred, or an exposure condition, and the recording medium which recorded the color fogging correction program of the picture and in which machinery reading is possible.

[0002]

[Description of the Prior Art]Generally, a color fogging may produce the photograph picturized with the camera for the reasons of the lighting conditions which are not preferred, an unsuitable exposing condition, etc. This color fogging is produced also when the photograph printed on photographic paper fades. For these color fogging, the color tone of a photograph becomes reddish, or it comes seemingly to be green and there is a case which becomes less desirable.

[0003]When performing filter credit which presumes the spectrum of the illumination light and is in the illumination light and complementary color relation, for example in order to amend these color fogging pictures conventionally, or printing on photographic paper, The way the separate exposure correction which adjusts the degree of coloring and performs color correction or for which carries out time exposure, and the data of three colors is fluctuated at the time of digital processing performs color correction to three colors has been taken.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the method of performing filter credit which presumes the conventional illumination light and is in the complementary color relation had a problem of the difficulty of presuming the characteristic of the illumination light correctly. Even if it was able to find the characteristic of the illumination light correctly, there was a cost problem for preparing the filter in the complementary color relation. This is not a problem only when preparing a hardware filter. Since the necessity of measuring using the chart used as a standard by two or more illumination light beforehand in order to have to prepare the filter data for two or more illumination light and to create this data, also when preparing a software filter arose, there was a cost problem.

[0005]Moreover the color correction method by exposure correction had to prepare the filter, it had a problem also in processing time also in cost – proper exposure time must be acquired to three colors. There is this invention in providing the color fogging compensator which solved the above problem and which amends the color fogging of a picture effectively and simple, and the recording medium which recorded the color fogging correction program of the picture and in which machinery reading is possible.

[0006]

[Means for Solving the Problem]An image acquiring part to which this invention acquires image data from "exterior in the first place in order to solve an aforementioned problem, A histogram preparing part which creates each histogram for every color component from said image data, A picture compensator (claim 1) provided with a histogram conversion part which changes said each histogram so that each average value of an averaging part which computes each average value of each of said histogram, and each histogram after conversion may be respectively in agreement with the appointed reference value" is provided.

[0007]"The second, an image acquiring part which acquires image data from the exterior, and a histogram preparing part which creates each histogram for every color component from said image data, An averaging part which computes each average value of each of said histogram, and a stage value calculation part which determines three or more stage values respectively between reference values specified as said each average value, A picture compensator (claim 2) provided with a histogram conversion part which changes said each histogram so that each average value of each histogram after

conversion may be respectively in agreement with said each stage value" is provided.

[0008]the third – "– claims 1 and 2, wherein said each average value is each centroid value of each of said histogram – picture compensator (claim 3)" any or given in 1 paragraph is provided. the fourth – "– claims 1, 2, and 3, wherein said histogram conversion part changes a histogram using an interpolation function – picture compensator (claim 4)" any or given in 1 paragraph is provided.

[0009]The fifth is provided with "a recording medium (claim 5) which recorded a picture correction program for operating a computer as a picture compensator of a some [ paragraph / 1st ] Statement chosen from claims 1-4 and in which machinery reading is possible."

[0010]

[Embodiment of the Invention]As for the picture compensator of the embodiment of this invention which uses a computer, the entire configuration is shown in drawing 5. The computer 1 is provided with CPU(microprocessor) 2 in drawing 5. The input device 3, the hard disk 6, the memory 7, the image-processing board 8, and the interface board 10 which comprise a keyboard, a mouse, etc. are connected to CPU2. A display is connected to the generating picture terminal of this image-processing board 8. The external instruments 11, such as an external recording medium, are connected to the interface board 10. The CD-ROM drive device 12 is connected to CPU2, and CD-ROM13 which recorded a picture correction program and its install program is inserted in this CD-ROM drive device 12.

[0011]By the install program in this CD-ROM13, CPU2 develops the color fogging correction program of the picture in CD-ROM13, and it stores it in the state which can be performed to the hard disk 6.

[Correspondence relation between this invention and an embodiment] the image acquiring part of claims 1 and 2, Corresponding to "the function which acquires image data from the external instrument 11, the CD-ROM drive device 12, etc." of CPU2, a histogram preparing part corresponds to "the function which creates each histogram for every color component from image data" of CPU2. An averaging part corresponds to "the function which computes each average value of each histogram" of CPU2, and a histogram conversion part corresponds to "the function to change each histogram so that each average value of each histogram after conversion may be in agreement with the appointed reference value" of CPU2. The stage value calculation part of claim 2 corresponds to "the function to determine three or more stage values respectively between the reference values specified as each average value of each histogram" of CPU2.

[Embodiment 1] The color fogging compensator of the picture of this embodiment was made by the basis of the hypothesis that the color of an objective average is originally gray. That is, if the spectral reflectance of the object surface is averaged by the whole object surface when the illumination light which has a multicomponent spectrum is irradiated by the object, the average spectral reflectance will serve as flat distribution to wavelength. Therefore, human being has the tendency to sense the color which averaged the whole object surface as a color of the illumination light.

[0012]On the basis of this hypothesis, we reasoned as follows. The color of the object irradiated by the illumination light with a completely flat spectrum should be averaged, and should have a flat spectrum. If it senses the most desirable for human being, the objective color, i.e., the color of a picture, which were irradiated by the illumination light with a completely flat spectrum and which average and have a flat spectrum, On the contrary, if the color of an average of the whole picture is the gray corresponding to a flat spectrum, this picture must be equivalent to the color of the picture irradiated with the light source which has a flat spectrum, and must be preferred. [ of a color tone ] Namely, if the color of an average of the whole picture is not gray, this so that it may become the gray corresponding to a flat spectrum, That is, if the histogram of each color component is amended so that each average value may become equal to mutual, the influence of [ at the time of / when not only the influence of the illumination light which is not a flat and has a spectrum which is not preferred but exposure is un-proper / fading ] should be able to be removed from the picture. We noticed the thing beyond a result of research wholeheartedly. This embodiment was performed on the basis of the above idea.

[0013]Drawing 1 is a flow chart explaining operation of the color fogging compensator of the picture of Embodiment 1 of this invention. This embodiment corresponds to the invention of claims 1, 3, 4, and 5. With reference to the stage number of drawing 1, operation of picture amendment is explained below. First, if a user starts the color fogging correction program of a picture, CPU2 will open the graphics file of an object of amendment, and it will acquire image data (S1).

[0014]Next, a histogram is created for R, G, and B each color component of every from image data (S21, S22, S23). Next, average value  $R_{ave}$  of a histogram,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$  are computed for R, G, and B each color component of every (S31, S32, S33). Before moving to the following stage, the user specifies reference-value  $W_0$  (S2).

[0015]In the following stage, the average value of each histogram after conversion changes each histogram for which it asked by S21, S22, and S23 so that it may be in agreement with this reference-value  $W_0$  (S41, S42, S43). The picture at this time is made into an amended picture, and a picture is updated (S5). Thus, since each average value of the picture

amended of each histogram corresponding to R, G, and B each color component corresponds with reference-value  $W_0$ , respectively, it has a desirable color tone equivalent to the case where it is illuminated by the flat illumination light.

[Embodiment 2] Although a gray hypothesis is materialized like the case of Embodiment 1 as for the color fogging compensator of the picture of this embodiment, In a twist [ which is illuminated on the lighting conditions which show a characteristic color tone ] common [ a picture ] case, a color fogging is amended, when the illumination light which is the requisite has a flat spectrum in the case of Embodiment 1 and assumption that the most desirable picture is acquired is not realized. In this case, the color of an average of a picture is not gray. For example, the picture of Mt. Fuji at the time of evening glow and the scene camera photoed underwater are equivalent to this. When the reflectance of Mt. Fuji which is an object itself averages in the case of the former, even if it has a flat spectrum, the illumination light must be tinged with red. That is, we have memorized the illumination light tinged with this redness, and have it as an impression. In this case, if a correcting method like Embodiment 1 is taken, since the impression of an original picture will be lost, it is not desirable. According to Embodiment 2, a color fogging is amended, taking the feature of such illumination light into consideration.

[0016] Drawing 2 is a flow chart explaining operation of the color fogging compensator of the picture of Embodiment 2 of this invention. This embodiment corresponds to the invention of claims 2, 3, 4, and 5. With reference to the stage number of drawing 2, operation of picture amendment is explained below. First, if a user starts the color fogging correction program of a picture, CPU2 will open the graphics file of an object of amendment, and it will acquire image data (S1).

[0017] Next, a histogram is created for R, G, and B each color component of every from image data (S21, S22, S23). Next, average value  $R_{ave}$  of a histogram,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$  are computed for R, G, and B each color component of every (S31, S32, S33). Before moving to the following stage, the user specifies reference-value  $W_0$  (S2).

[0018] In the following stage, each difference  $|W_0 - R_{ave}|$  of this reference-value  $W_0$  and each average value computed in the front stage,  $|W_0 - G_{ave}|$ , and  $|W_0 - B_{ave}|$  are computed (S41, S42, S43). Before moving to the following stage, the user specifies the step number  $k$  ( $k \geq 3$ ) between each average value ( $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ ,  $B_{ave}$ ) and  $W_0$  (S3).

[0019] In the following stage, the stage value of  $k$  pieces is respectively computed in order between each average value ( $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ ,  $B_{ave}$ ) and  $W_0$ . (S51, S52, S53) Here, each average value and the  $k$ -th stage value are decided to be common reference-value  $W_0$  for the 1st stage value to each color component. Next, the average value of each histogram after conversion changes each histogram so that it may be in agreement with each  $k$ -th stage value. (S61, S62, S63) Next, a picture is updated. (S7)

Next, it is evaluated whether the color of a picture is good. (S8)

Processing is ended if it is YES (a color is good).

[0020] If it is NO (a color is not good), only 1 reduces the value of  $k$ . (S9)

Next, it is judged whether the value of reduced  $k$  is  $k = 1$ . (S10)

Since it is always NO ( $k \neq 1$ ) by the first loop, it returns to the stage of S61, S62, and S63 respectively. Each histogram is changed so that the average value of each histogram after conversion may become equal to each  $k$ -th stage value from which only 1 was subtracted, a picture is further updated in the stage of S7, and it is judged whether a color is good at S8.

[0021] Processing is ended if it is YES (a color is good) in S8. If it is NO (a color is not good), it is judged via S9 whether the value of  $k$  is  $k = 1$  in S10. When NO ( $k \neq 1$ ) became, respectively, it returned to the stage of S61, S62, and S63, and all operations after this were already explained.

[0022] If YES ( $k = 1$ ) becomes, since the stage value at this time corresponds to the average value of the histogram of an original image, it will shift to the three steps of following any, or one. The first, at least one side of reference-value  $W_0$  of S2 and the step number  $k$  of S3 is changed, and drawing 2 is processed again. The second ends processing without updating a picture.

[0023] The third shifts to the stage which is not shown in the flow chart of drawing 2. In this embodiment, specification of the step number of S3 may be performed by setting up beforehand, a user may input it each time, or any may be sufficient as it. Respectively, the stage value of  $k$  pieces is preferred and between is determined [ each average value ( $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ ,  $B_{ave}$ ) and  $W_0$  ] at equal intervals.

[0024] In Embodiment 1 described above and Embodiment 2, each average value of each histogram to B [ of a picture ], G, and R each color component,  $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$  are respectively calculated with a following formula.

$$\left. \begin{aligned} R_{ave} &= \sum F_R(x) * P_R(x) \\ G_{ave} &= \sum F_G(x) * P_G(x) \\ B_{ave} &= \sum F_B(x) * P_B(x) \end{aligned} \right\} \text{式1}$$

Here, in the usual case,  $x$  expresses the luminance level of a picture, it corresponds to 8 bit data, and it is the minimum 0 and the maximum 255 and sigma is added to the values from 0 to  $x255$ .

[0025]  $P_R(x)$ ,  $P_G(x)$ , and  $P_B(x)$  are the ratios of each pixel number of luminance level  $x$  to each total pixel number of  $B$  [ of a picture ],  $G$ , and  $R$  each color component respectively.  $F_R(x)$ ,  $F_G(x)$ , and  $F_B(x)$  are the arbitrary functions of  $x$  respectively.  $x$ ,  $x^2$ ,  $^2(x-x)$ , etc. can be considered as a form of these functions. Here,  $\bar{x}$  is the center of gravity of a histogram and is equivalent to below-mentioned  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$ . In these, it is  $F_R(x)=F_G(x)=F_B(x)=x$  especially. It is preferably used by the formula 2 and At this time. Each average value,  $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$ . Respectively, the relation of  $R_{ave}=W_R$ ,  $G_{ave}=W_G$ , and  $B_{ave}=W_B$  is materialized in accordance with each centroid value  $W_R$  of each histogram,  $W_G$ , and  $W_B$ .

[0026] In Embodiment 1 and Embodiment 2, as reference-value  $W_0$ , preferably, The average value of the average value of the histogram of each color component, i.e.,  $W_0=(R_{ave}+G_{ave}+B_{ave})/3$ , Or the maximum ( $R_{ave}$ ,  $G_{ave}$ ,  $B_{ave}$ ) of the average value of the histogram of each color component, i.e.,  $W_0=\max$ , is used preferably.

[0027] When it is effective in the picture after amendment being faithful to an original picture when average value is chosen and the maximum is chosen, it is effective in the picture after amending, when an original image is dark becoming bright simultaneously. In Embodiment 1 and Embodiment 2, conversion which makes the average value of the histogram of each color component equal to the designated value  $S$  (the designated value  $S$  is equivalent to a reference value in Embodiment 1, and it is equivalent to the  $k$ -th stage value in Embodiment 2) is performed using an interpolation function. As an interpolation function, it is carried out to drawing 6 (a) and (b) using a polygonal line (a) and a curve (b) so that it may be shown. In order to change a gradation level smoothly, since it is simple, a curve is preferably performed by using a quadratic function, for example. Although drawing 6 shows only the histogram of the color component  $R$ , other color components are shown similarly. In drawing 6,  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ , and  $R_{ave}$  are the minimum of the luminance level before conversion, the maximum, and average value respectively.

[0028] In Embodiment 1 and Embodiment 2, specification of the reference value of  $S2$  may be performed by setting up beforehand, a user may input it each time, or any may be sufficient as it again.

[0029]

[Example][Example 1] This example corresponds to Embodiment 1. The flow chart of this example is shown in drawing 3. First, if a user starts the color fogging correction program of a picture, CPU2 will open the graphics file of an object of amendment, and it will acquire image data. (S1)

Next, the pixel number of a picture is computed for every color component and every luminance level. (S211, S212, S213)

Next, for every color component and every luminance level, ratio  $P_R(x)$  to the total pixel number of the pixel number of a picture,  $P_G(x)$ , and  $P_B(x)$  are computed respectively, and obtain each histogram. (S221, S222, S223)

Next, in the stage of S31, S32, and S33, average value is computed using the formula 1 and the formula 2. Respectively, since average value  $R_{ave}$  of each obtained histogram,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$  serve as a centroid value of each histogram, these are respectively called  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  and they change them.

[0030] Before moving to the following stage, reference-value  $W_0$  is specified. (S2)

Next, each centroid value of each histogram after conversion changes each histogram for which it asked by S221, S222, and S223 so that it may be in agreement with reference-value  $W_0$  given in the stage of S2. Specifically, it carries out as follows.

[0031] Although changed using a quadratic function in this example, it is not restricted to this function. It is the quadratic function  $f(x)=ax^2+bx+c$  It places with the formula 3. However,  $a$ ,  $b$ , and  $c$  are constants. Now, the histogram of the color component  $R$  is set as a conversion target, and the minimum of the luminance level of that, the maximum, and a centroid value are respectively made into 0, 255, and  $W_R$ .

[0032] These values are assigned to the formula 3 and  $f(x)$  is respectively placed with 0, 255, and  $W_0$  to  $x0$ , 255, and  $W_R$ .

Then,  $f(0)=c=0$  The formula 4 and  $f(255)=ax255^2+bx255+c=255$  The relation between the formula 5 and the  $f(W_R)$   $=aW_R^2+bW_R+c=W_0$  type 6 is materialized.

[0033] Thus, the above-mentioned primary equation of 3 yuan, the equation 4, the equation 5, and the equation 6 are solved, it asks for  $a$ ,  $b$ , and  $c$ , and the function form of  $f(x)$  is determined. (S411)

The above stage is independently performed in parallel also about the histogram of the color component G for conversion, and the histogram of the color component B, and the function form of  $f(x)$  is independently determined to each. (S412, S413)

Next, the histogram of the color component R is changed by this  $f(x)$ . If the luminance level before conversion is set to  $x$ , specifically, each luminance level of the new histogram after conversion will be computed by  $f(x)$ . At this time, the pixel number ratio to luminance level  $x$  shifts to the pixel number ratio to luminance level  $f(x)$ . Thus, a histogram is changed. (S421)

The above stage is performed in parallel also to the histogram of the color component G for conversion, and the histogram of the color component B, and a histogram is changed to each. (S422, S423)

Thus, after each histogram to R, G, and B each color is changed, each centroid value  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  are computed to each histogram after conversion the same with having carried out in the stage of S31, S32, and S33. (S431, S432, S433)

Next, it is judged whether each of these centroid value  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  are respectively equal to  $W_0$ . (S441, S442, S443)

Here, if YES (equal) becomes, it will progress to the following stage.

[0034]If NO (it is not equal) becomes, it returns to S411, S421, and S431 respectively, and the histogram after conversion is changed again, and the above loop will be repeated until each centroid value after conversion becomes equal to  $W_0$ .

Thus, a picture is updated in the stage from which all were set to YES by S414, S424, and S434 (S5), and processing is ended.

[Example 2] This example corresponds to Embodiment 2.

[0035]The flow chart of this example is shown in drawing 4. First, if a user starts the color fogging correction program of a picture, CPU2 will open the graphics file of an object of amendment, and it will acquire image data. (S1)

Next, the pixel number of a picture is computed for every color component and every luminance level. (S211, S212, S213)

Next, for every color component and every luminance level, each ratio  $P_R(x)$  to the total pixel number of the pixel number of a picture,  $P_G(x)$ , and  $P_B(x)$  are computed, and a histogram is obtained. (S221, S222, S223)

Next, in the stage of S31, S32, and S33, average value is computed using the formula 1 and the formula 2. Respectively, since average value  $R_{ave}$  of each obtained histogram,  $G_{ave}$ , and  $B_{ave}$  serve as a centroid value of each histogram, these are respectively called  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  and they change them.

[0036]Before moving to the following stage, reference-value  $W_0$  is specified. (S2)

In the following stage, each difference  $|W_0 - W_R|$  of this reference-value  $W_0$  and each centroid value computed in the front stage,  $|W_0 - W_G|$ , and  $|W_0 - W_B|$  are computed. (S41, S42, S43)

Before moving to the following stage, the user specifies the step number  $k$  ( $k \geq 3$ ) between  $W_0$  and each centroid value ( $W_R$ ,  $W_G$ ,  $W_B$ ). (S3)

In the following stage, the stage value ( $W_{kR}$ ,  $W_{kG}$ ,  $W_{kB}$ ) of  $k$  pieces is respectively computed at equal intervals between each centroid value ( $W_R$ ,  $W_G$ ,  $W_B$ ) and  $W_0$ . (S51, S52, S53) Here, each centroid value of each histogram and the  $k$ -th stage value are decided to be reference-value  $W_0$  for the 1st stage value.

[0037]Next, the centroid value of each histogram after conversion changes each histogram so that it may be in agreement with each  $k$ -th stage value ( $W_{kR}$ ,  $W_{kG}$ ,  $W_{kB}$ ) to each histogram before conversion. Specifically, it carries out as follows.

Although changed using a quadratic function in this example, it is not restricted to this function. It is quadratic function  $f(x)$   $f(x) = ax^2 + bx + c$  It places with the formula 7. However,  $a$ ,  $b$ , and  $c$  are constants.

[0038]Now, the histogram of the color component R is set as a conversion target, and the minimum of the luminance level of that, the maximum, and a centroid value are respectively made into 0, 255, and  $W_R$ . These values are assigned to the formula 7 and  $f(x)$  is respectively placed with 0, 255, and  $W_{kR}$  to  $x=0$ , 255, and  $W_R$ . Then,  $f(0) = c=0$  The formula 8 and  $f(255) = a \cdot 255^2 + b \cdot 255 + c = 255$  The relation between the formula 9 and the  $f(W_R) = aW_R^2 + bW_R + c = W_{kR}$  type 10 is materialized.

[0039]Thus, the above-mentioned primary equation of 3 yuan, the equation 8, the equation 9, and the equation 10 are solved, it asks for  $a$ ,  $b$ , and  $c$ , and the function form of  $f(x)$  is determined. (S611)

The above stage is performed in parallel also about the histogram of the color component G for conversion, and the histogram of the color component B, and the function form of  $f(x)$  is independently determined to each. (S612, S613)

Next, the histogram of the color component R is changed by this  $f(x)$ . If the luminance level before conversion is set to  $x$ , specifically, each luminance level of the new histogram after conversion will be computed by  $f(x)$ . At this time, the pixel number ratio to luminance level  $x$  shifts to the pixel number ratio to luminance level  $f(x)$ . Thus, a histogram is changed. (S621)

The above stage is performed in parallel also to the histogram of the color component G for conversion, and the histogram of the color component B, and a histogram is changed to each. (S622, S623)

Thus, after the histogram to R, G, and B each color is changed, as carried out in the stage of S31, S32, and S33, each centroid value  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  are computed to each histogram after conversion. (S631, S632, S633)

Next, it is judged whether each of these centroid value  $W_R$ ,  $W_G$ , and  $W_B$  are respectively equal to  $W_{kR}$  each,  $W_{kG}$ , and  $W_{kB}$ . (S641, S642, S643)

Here, if YES (equal) becomes, it will progress to the following stage respectively.

[0040]If NO (it is not equal) becomes, it returns to S611, S612, and S613 respectively, and also changes, and this loop will be repeated until each centroid value after conversion becomes equal respectively with  $W_{kR}$  each,  $W_{kG}$ , and  $W_{kB}$ . Thus, all of S641, S642, and S643 update a picture in the stage set to YES. (S7)

Next, it is evaluated whether the color of a picture is good. (S8)

Processing is ended if it is YES (a color is good).

[0041]If it is NO (a color is not good), only 1 reduces the value of  $k$ . (S9)

Next, it is judged whether the value of reduced  $k$  is  $k=1$ . (S10)

Since it is always NO ( $k \neq 1$ ) by the first loop, it returns to the stage of S611, S612, and S613 respectively, Decide the function form of  $f(x)$ s each to each color component to each  $k$ -th stage value from which only 1 was subtracted, and The stage of S621, S622, and S623, Through the stage of S631, S632, and S633, and the stage of S641, S642, and S643, a picture is updated in the stage of S7 and it is judged whether a color is good at S8.

[0042]Processing is ended if it is YES (a color is good) in S8. If it is NO (a color is not good), it is judged through S9 whether the value of  $k$  is  $k=1$  in S10. When NO ( $k \neq 1$ ) became, respectively, it returned to the stage of S611, S612, and S613, and all operations after this were explained.

[0043]If YES ( $k=0$ ) becomes, since the stage value at this time corresponds to the average value of the histogram of an original image, it will shift to the three steps of following any, or one. The first, at least one side of reference-value  $W_0$  of S2 and the step number  $k$  of S3 is changed, and drawing 4 is processed again. The second ends processing without updating a picture.

[0044]The third shifts to the stage which is not shown in the flow chart of drawing 2.

[0045]

[Effect of the Invention]According to [ above passage ] the Embodiment 1 of this invention, originally, an objective color in gray. Since a picture can be amended to the color tone equivalent to a picture when a flat [ the illumination light ], and the center of gravity of a histogram is flexibly convertible according to the Embodiment 2, When the illumination light which is the requisite has a flat spectrum in the case of Embodiment 1, When assumption that the most desirable picture is acquired is not realized, picture amendment can be preferably carried out also by the picture photoed under the lighting conditions which show a characteristic color tone, maintaining the impression of the color tone of the illumination light at the time of photography. Since the quadratic function is used for conversion of a histogram according to Example 1 and the Example 2, a luminance level can be changed smoothly and a desirable correction picture is obtained.

[0046]According to the invention of claim 5, it becomes possible to realize the above desirable picture amendment on a computer.

---

[Translation done.]



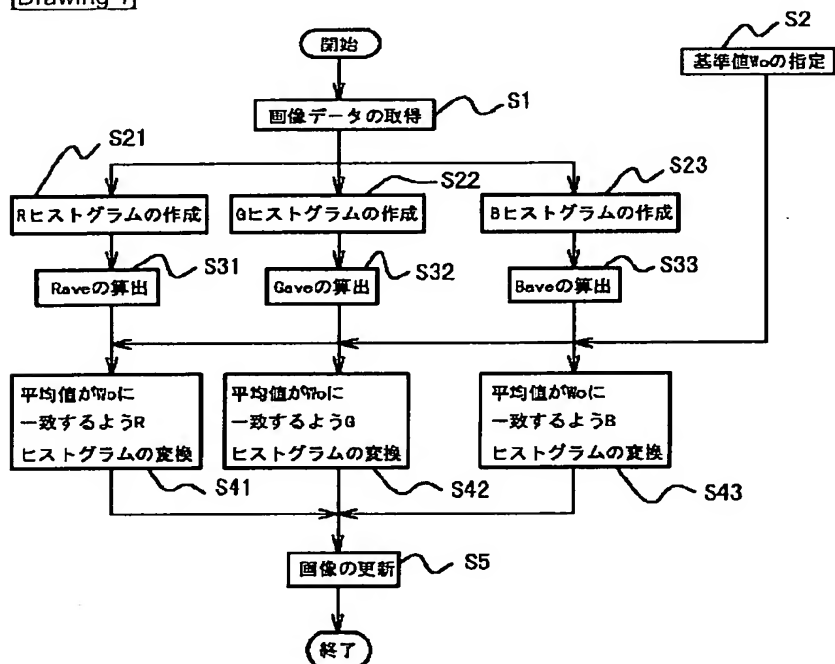
## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

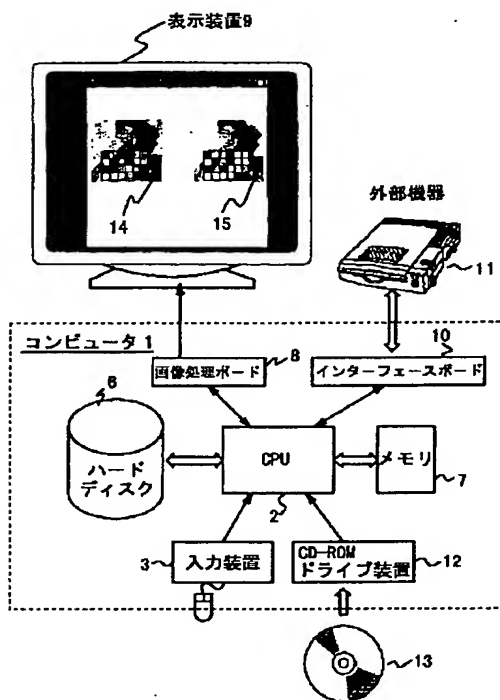
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

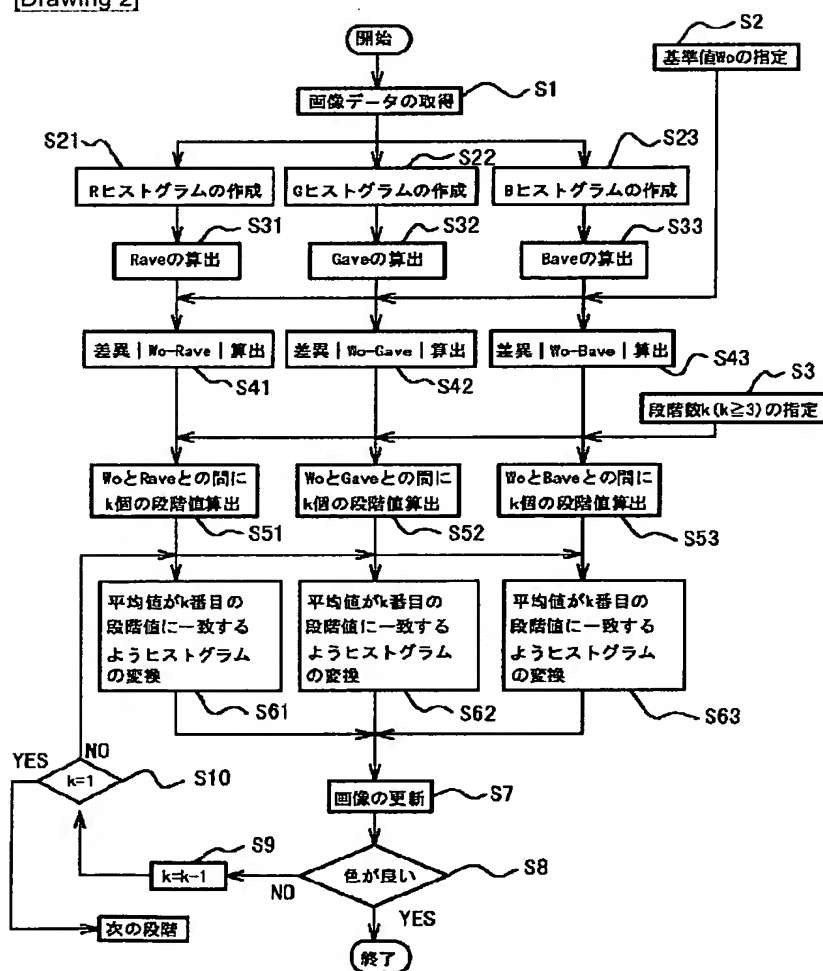
[Drawing 1]



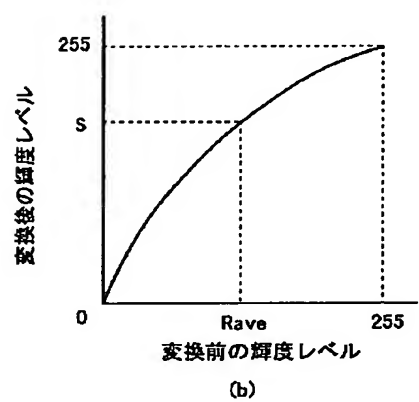
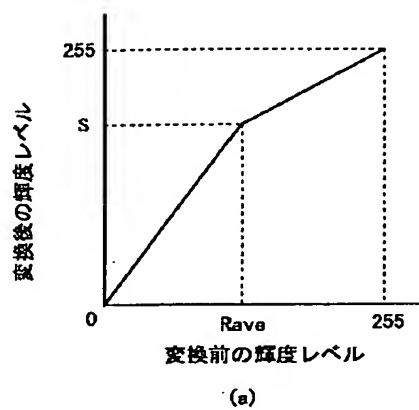
[Drawing 5]



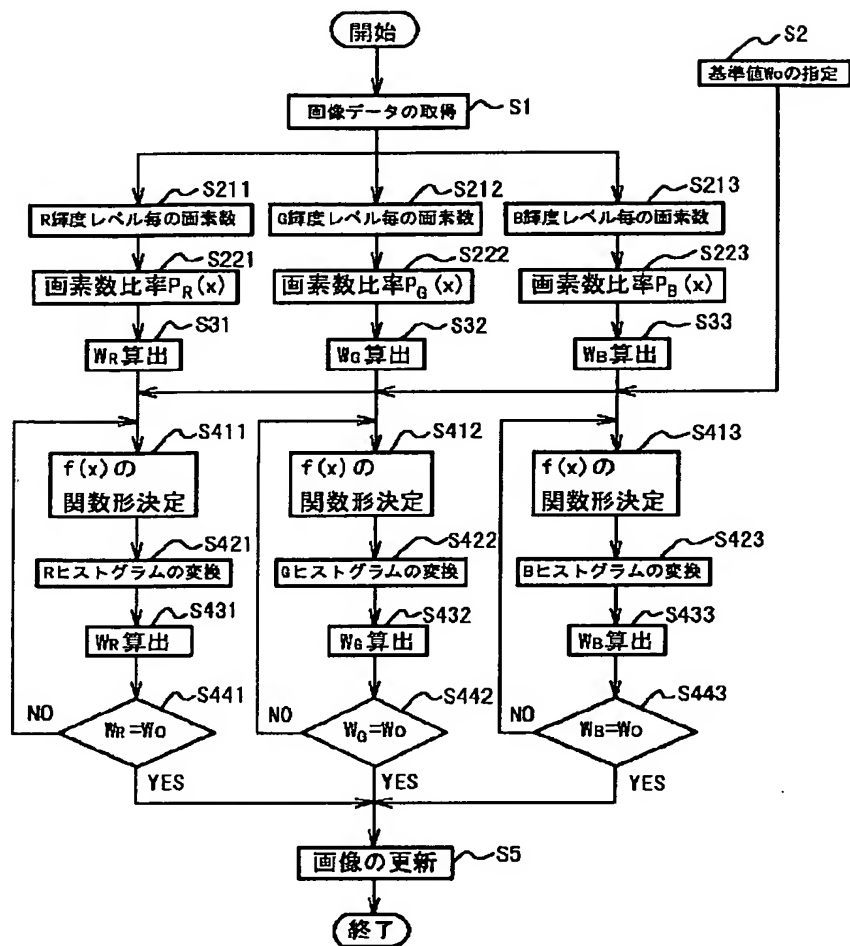
[Drawing 2]



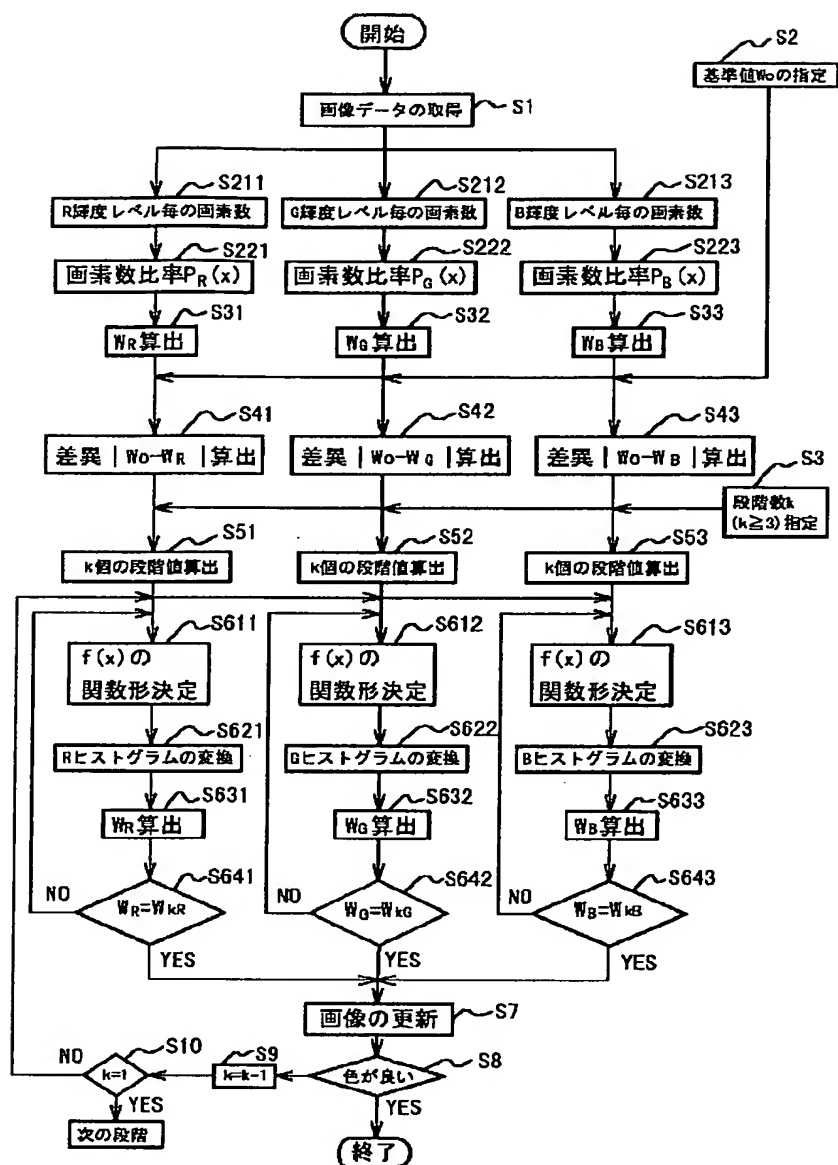
[Drawing 6]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348170

(P2000-348170A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 6 T 5/00		C 0 6 F 15/68	3 1 0 A 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 5 3
1/46		1/46	Z 5 C 0 7 7
9/79		9/79	G 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 ( ) L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-157165

(22) 出願日 平成11年6月3日 (1999. 6. 3)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 楊 菊平

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 中川 由紀夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

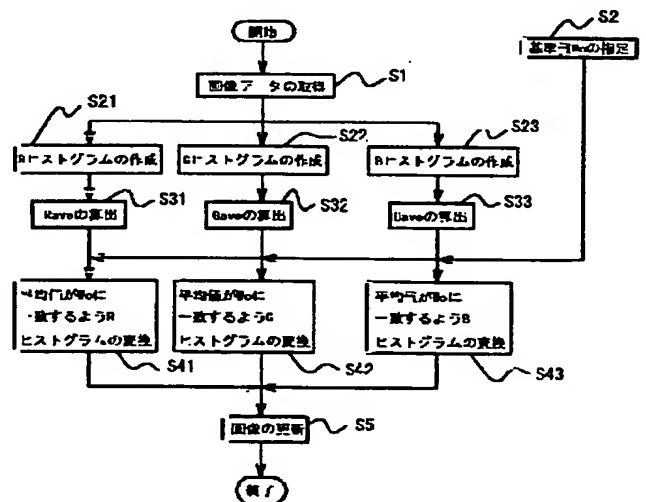
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像補正装置及び画像補正プログラムを記録した記録媒体。

#### (57) 【要約】

【課題】 従来、好ましくない照明条件、等で生じた色かぶり画像を補正するために、照明光のスペクトルを推定し、その照明光の補色関係にあるフィルター掛けを行う方法などが行われてきたが、照明光の正確な推定の困難性の問題、その補色関係にあるフィルターを準備するために費用が掛かる問題があった。

【解決手段】 本発明は、灰色仮説に従って補正する。そのため、本画像補正装置は、外部から画像データを取得する画像取得部と、画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と一致するよう各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具える。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具備することを特徴とする画像補正装置。

【請求項2】外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、前記各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する段階値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が前記各段階値に各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具備することを特徴とする画像補正装置。

【請求項3】前記各平均値が、前記各ヒストグラムの各重心値であることを特徴とする請求項1、2何れか1項記載の画像補正装置。

【請求項4】前記ヒストグラム変換部が、補間関数を用いてヒストグラムの変換を行うことを特徴とする請求項1、2、3何れか1項記載の画像補正装置。

【請求項5】コンピュータを、請求項1～4から選ばれた何れか1項記載の画像補正装置として機能させるための画像補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば印画紙に焼き付けられた後、または、フィルムで長期間保存された後、退色した写真画像や好ましくない照明条件や露出条件で撮影した写真画像、等の画像の色かぶりを補正する色かぶり補正装置、及び画像の色かぶり補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、カメラにより撮像された写真画像は、好ましくない照明条件、及び不適切な露光条件、等の理由で色かぶりが生じることがある。また、この色かぶりは印画紙に焼き付けられた写真画像が退色した場合にも生じる。これら色かぶりのため、写真画像の色調が赤っぽくなったり緑っぽくなったりして、好ましくなくなるケースがある。

【0003】従来、これらの色かぶり画像を補正するために、例えば、照明光のスペクトルを推定し、その照明光と補色関係にあるフィルター掛けを行ったり、印画紙に焼き付けるとき、3色に対して別々の時間露光し、発色の度合いを調整して色補正を行ったり、デジタル処理のとき、3色のデータを増減する露出補正により、色補正を行う方法が取られてきた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の照明光を推定し、その補色関係にあるフィルター掛けを行う方法は、照明光の特性を正確に推定することの困難性の問題があった。更に、仮に照明光の特性を正確に見つけることができたとしても、その補色関係にあるフィルターを準備するためのコストの問題があった。これはハードウェア的なフィルターを準備するときのみの問題ではない、ソフトウェア的なフィルターを準備するときも、複数の照明光用のフィルターデータを準備しなければならず、このデータを作成するために、予め複数の照明光で基準となるチャートを用いて測定する必要性が生じるためにコストの問題があった。

【0005】また、露出補正による色補正方法は、フィルターを準備しなければならない、また、3色に対して適正な露光時間取得しなければならないなど、コスト的にも処理時間的にも問題があった。本発明は、以上の問題を解決した、有効且つ簡便に画像の色かぶりを補正する色かぶり補正装置、及び画像の色かぶり補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は第一に、「外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具備することを特徴とする画像補正装置（請求項1）」を提供する。

【0007】第二に、「外部から画像データを取得する画像取得部と、前記画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成するヒストグラム作成部と、前記各ヒストグラムの各平均値を算出する平均値算出部と、前記各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する段階値算出部と、変換後の各ヒストグラムの各平均値が前記各段階値に各々一致するように前記各ヒストグラムを変換するヒストグラム変換部とを具備することを特徴とする画像補正装置（請求項2）」を提供する。

【0008】第三に、「前記各平均値が、前記各ヒストグラムの各重心値であることを特徴とする請求項1、2何れか1項記載の画像補正装置（請求項3）」を提供する。第四に、「前記ヒストグラム変換部が、補間関数を用いてヒストグラムの変換を行うことを特徴とする請求項1、2、3何れか1項記載の画像補正装置（請求項4）」を提供する。

【0009】第五に、「コンピュータを、請求項1～4から選ばれた何れか1項記載の画像補正装置として機能

させるための画像補正プログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体（請求項５）」を提供する。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】コンピュータを使用した本発明の実施形態の画像補正装置は、図５にその全体構成が示される。図５に於いて、コンピュータ１は、CPU（マイクロプロセッサ）２を具える。CPU２には、キーボードやマウスなどから成る入力装置３、ハードディスク６、メモリ７、画像処理ボード８、及びインターフェースボード１０が接続される。この画像処理ボード８の画像出力端子には表示装置が接続される。インターフェースボード１０には、外部記録媒体などの外部機器１１が接続される。CPU２にはCD-ROMドライブ装置１２が接続され、このCD-ROMドライブ装置１２には、画像補正プログラム、及びそのインストールプログラムを記録したCD-ROM１３が挿入される。

【0011】このCD-ROM１３内のインストールプログラムによって、CPU２はCD-ROM１３内の画像の色かぶり補正プログラムを展開し、ハードディスク６に実行可能な状態で格納する。

「本発明と実施形態の対応関係について」請求項１、２の画像取得部は、CPU２の「外部機器１１やCD-ROMドライブ装置１２などから画像データを取得する機能」に対応し、ヒストグラム作成部は、CPU２の「画像データから各色成分毎に各ヒストグラムを作成する機能」に対応する。また、平均値算出部は、CPU２の「各ヒストグラムの各平均値を算出する機能」に対応し、ヒストグラム変換部は、CPU２の「変換後の各ヒストグラムの各平均値が指定の基準値と一致するよう各ヒストグラムを変換する機能」に対応する。また、請求項２の段階値算出部は、CPU２の「各ヒストグラムの各平均値と指定された基準値との間に三つ以上の段階値を各々決定する機能」に対応する。

「実施形態１」本実施形態の画像の色かぶり補正装置は、物体の平均の色は本来灰色であるという仮説の基に作られた。即ち、多成分スペクトルを有する照明光が物体に照射されたとき、その物体表面の分光反射率をその物体表面全体で平均すると、その平均分光反射率は波長に対してフラットな分布となる。従って、人間は物体表面全体を平均した色を照明光の色として感じる傾向があるのである。

【0012】この仮説の基に、我々は以下のように推論した。完全にフラットなスペクトルを持った照明光により照射された物体の色は平均してフラットなスペクトルを持っている筈である。完全にフラットなスペクトルを持った照明光で照射された平均してフラットなスペクトルを持つ物体の色即ち画像の色が、人間にとって最も好ましく感じられるならば、逆に、画像全体の平均の色がフラットなスペクトルに対応するグレーであれば、この画像はフラットなスペクトルを有する光源で照射された

画像の色と等価であり、色調が好ましい筈である。即ち、画像全体の平均の色がグレーでなければ、これをフラットなスペクトルに対応するグレーになるように、即ち各色成分のヒストグラムを各平均値が相互に等しくなるよう補正すれば、フラットでなく、且つ好ましくないスペクトルを有する照明光の影響のみならず、露出が不適正な場合や退色した場合の影響を画像から除去できる筈である。我々は、鋭意研究の結果以上のことに気付いた。本実施形態は以上の考えの基に行われた。

【0013】図１は本発明の実施形態１の画像の色かぶり補正装置の動作を説明するフローチャートである。本実施形態は、請求項１、３、４、５の発明に対応する。以下図１の段階番号を参照して画像補正の動作を説明する。先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU２は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する（S１）。

【0014】次に、画像データからR、G、B各色成分毎にヒストグラムを作成する（S２１、S２２、S２３）。次に、R、G、B各色成分毎にヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ を算出する（S３１、S３２、S３３）。次の段階に移る前に、ユーザは基準値 $W_0$ を指定しておく（S２）。

【0015】次の段階では、変換後の各々のヒストグラムの平均値が、この基準値 $W_0$ に一致するように、S２１、S２２、S２３で求めた各ヒストグラムを変換する（S４１、S４２、S４３）。この時点の画像を補正済画像とし、画像を更新する（S５）。このようにして補正された画像は、そのR、G、B各色成分に対応する各ヒストグラムの各平均値が基準値 $W_0$ にそれぞれ一致しているので、フラットな照明光で照明された場合と等価な好ましい色調を有する。

「実施形態２」本実施形態の画像の色かぶり補正装置は、実施形態１の場合と同様に灰色仮説は成立するが、実施形態１の場合に前提となっている照明光がフラットなスペクトルを持っているときに、最も好ましい画像が得られるという仮定が成り立たない場合、即ち画像が、特徴的な色調を示す照明条件で照明されている、より一般的場合に、色かぶりを補正する。この場合、画像の平均の色は灰色でない。例えば、夕焼け時の富士山の画像や、水中で撮影された風景画像がこれに相当する。前者の場合、物体である富士山の反射率自体は平均するとフラットなスペクトルを有しても、照明光は赤味を帯びている筈である。即ちこの赤味を帯びた照明光を我々は記憶していて、印象として持っているのである。この場合に実施形態１のような補正方法を取ると、原画の印象が失われてしまうので好ましくない。実施形態２では、このような照明光の特徴を考慮に入れて色かぶりを補正するのである。

【0016】図２は本発明の実施形態２の画像の色かぶり補正装置の動作を説明するフローチャートである。本



実施形態は、請求項2、3、1、5の発明に対応する。以下図2の段階番号を参照して画像補正の動作を説明する。先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する(S1)。

【0017】次に、画像データからR、G、B各色成分毎にヒストグラムを作成する(S21、S22、S23)。次に、R、G、B各色成分毎にヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ を算出する(S31、S32、S33)。次の段階に移る前に、ユーザは基準値 $W_0$ を指定しておく(S2)。

【0018】次の段階では、この基準値 $W_0$ と前の段階で算出した各平均値との各差異 $|W_0 - R_{ave}|$ 、 $|W_0 - G_{ave}|$ 、 $|W_0 - B_{ave}|$ を算出する(S41、S42、S43)。次の段階に移る前に、ユーザは各平均値( $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ )と $W_0$ との間の段階数 $k$ ( $k \geq 3$ )を指定しておく(S3)。

【0019】次の段階では、各平均値( $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ )と $W_0$ との間に順に各々 $k$ 個の段階値を算出する。(S51、S52、S53)ここで、1番目の段階値を各平均値と、そして $k$ 番目の段階値を各色成分に対して共通の基準値 $W_0$ と決める。次に、変換後の各ヒストグラムの平均値が、 $k$ 番目の各段階値に一致するように、各ヒストグラムを変換する。(S61、S62、S63)

次に、画像を更新する。(S7)

次に画像の色が良いかどうかを評価する。(S8)

YES(色が良い)なら、処理を終了する。

【0020】NO(色が良くない)なら、 $k$ の値を1だけ減ずる。(S9)

次に、減じた $k$ の値が $k=1$ であるかどうかを判定する。(S10)

最初のループでは常にNO( $k \neq 1$ )であるので、各々、S61、S62、S63の段階に戻り、変換後の各ヒストグラムの平均値が、1だけ減じられた $k$ 番目の各段階値に等しくなるように各ヒストグラムを変換し、更に、S7の段階で画像を更新し、S8で色が良いかどうかを判定する。

【0021】S8でYES(色が良い)なら、処理を終了する。NO(色が良くない)なら、S9を経由して、S10にて $k$ の値が $k=1$ であるかどうかを判定する。NO( $k \neq 1$ )ならば、各々、S61、S62、S63の段階に戻り、これ以降の動作は全て既に説明した。

【0022】YES( $k=1$ )ならば、このときの段階値は原画像のヒストグラムの平均値に対応するので、次の三つの段階の何れか一つに移行する。第一は、S2の基準値 $W_0$ 、S3の段階数 $k$ の少なくとも一方を変えて、再度図2の処理を行う。第二は、画像を更新しないで処理を終了する。

【0023】第三は、図2のフローチャートに示されな

い段階に移行する。本実施形態に於いて、S3での段階数の指定は予め設定することによって行っても、その都度ユーザが入力しても何れでも良い。また、各平均値( $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ )と $W_0$ との間の各々 $k$ 個の段階値は、好ましくは等間隔で決定される。

【0024】以上説明した実施形態1、実施形態2に於いて、画像のR、G、B各色成分に対する各ヒストグラムの各平均値、 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は、各々次式で求められる。

$$\left. \begin{aligned} R_{ave} &= \sum F_R(x) * P_R(x) \\ G_{ave} &= \sum F_G(x) * P_G(x) \\ B_{ave} &= \sum F_B(x) * P_B(x) \end{aligned} \right\} \text{式1}$$

ここで、 $x$ は画像の輝度レベルを表し、通常の場合、8ビットデータに対応し、最小値0、最大値255であり、 $\Sigma$ は $x$ の0から255までの値に対して加算される。

【0025】 $P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$ は、各々、画像のR、G、B各色成分の、各総画素数に対する、輝度レベル $x$ の各画素数の比率である。 $F_R(x)$ 、 $F_G(x)$ 、 $F_B(x)$ は、各々 $x$ の任意関数である。これらの関数の形として、 $x$ 、 $x^2$ 、 $(x - x)^2$ 、等が考えられる。ここで、 $x$ はヒストグラムの重心であり、後述の $W_R$ 、 $W_G$ 、及び $W_B$ に相当する。これらの中で、特に、

$$F_R(x) = F_G(x) = F_B(x) = x \quad \text{式2}$$

が好ましく用いられ、このとき、各平均値、 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は、各々、各ヒストグラムの各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ に一致し、 $R_{ave} = W_R$ 、 $G_{ave} = W_G$ 、及び $B_{ave} = W_B$ の関係が成立する。

【0026】更に、実施形態1、実施形態2に於いて、基準値 $W_0$ として好ましくは、各色成分のヒストグラムの平均値の平均値、即ち、 $W_0 = (R_{ave} + G_{ave} + B_{ave}) / 3$ または、各色成分のヒストグラムの平均値の最大値

即ち、 $W_0 = \max(R_{ave}, G_{ave}, B_{ave})$ が好ましく用いられる。

【0027】平均値を選んだ場合は、補正後の画像が原画に忠実という効果があり、最大値を選んだ場合は、原画像が暗いときに補正後の画像が同時に明るくなる効果がある。更に、実施形態1、実施形態2に於いて、各色成分のヒストグラムの平均値を指定値 $S$ (指定値 $S$ は、実施形態1では基準値、実施形態2では $k$ 番目の段階値に相当する)に等しくする変換は、補間関数を用いて行う。補間関数として、図6(a)、(b)に示すように折れ線(a)や曲線(b)を用いて行なわれる。階調レベルを滑らかに変換するために、好ましくは曲線を、例えば、簡便のために二次関数を用いて行われる。図6は、色成分Rのヒストグラムについてのみ示しているが、他の色成分についても同様に示される。図6に於いて、 $x_{min}$ 、 $x_{max}$ 、 $R_{ave}$ は各々変換前の輝度レベル

の最小値、最大値、平均値である。

【0028】更にまた、実施形態1、実施形態2に於いて、S2での基準値の指定は予め設定することによって行っても、その都度ユーザが入力しても何れでも良い。

【0029】

【実施例】「実施例1」本実施例は実施形態1に対応する。本実施例のフローチャートは図3に示される。先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き画像データを取得する。(S1)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数が算出される。(S211、S212、S213)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数の総画素数に対する比率 $P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$ が各々算出され、各ヒストグラムを得る。(S221、S222、S223)

次に、S31、S32、S33の段階では式1と式2とを用いて平均値が算出される。得られた各ヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は各々、各ヒストグラ

$$f(0) = c = 0$$

式4

$$\text{且つ、} f(255) = a \cdot 255^2 + b \cdot 255 + c = 255 \quad \text{式5}$$

$$\text{且つ、} f(W_k) = aW_k^2 + bW_k + c = W_0 \quad \text{式6}$$

の関係が成立する。

【0033】このようにして、上記3元1次方程式、式4、式5、式6を解いて $a$ 、 $b$ 、 $c$ を求め、 $f(x)$ の関数形を決定する。(S411)

以上の段階は、変換対象の色成分Gのヒストグラム、及び色成分Bのヒストグラムについても独立に並行して行われ、各々に対して $f(x)$ の関数形が独立に決定される。(S412、S413)

次に、色成分Rのヒストグラムをこの $f(x)$ により変換する。具体的には、変換前の輝度レベルを $x$ とすると、変換後の新ヒストグラムの各輝度レベルは、 $f(x)$ により算出される。このとき輝度レベル $x$ に対する画素数比率は、輝度レベル $f(x)$ に対する画素数比率に移行する。このようにしてヒストグラムが変換される。(S421)

以上の段階は、変換対象の色成分Gのヒストグラム、及び色成分Bのヒストグラムに対しても並行して行われ、各々に対してヒストグラムが変換される。(S422、S423)

このようにしてR、G、B各色に対する各ヒストグラムが変換された後、S31、S32、S33の段階で行ったのと同様に、変換後の各ヒストグラムに対して各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ を算出する。(S431、S432、S433)

次に、これらの各重心値 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ が $W_0$ と各々等しいかどうかを判定する。(S441、S442、S443)

ここで、YES(等しい)ならば、次の段階に進む。

ムの重心値となるので、これらを各々 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ と呼び換える。

【0030】次の段階に移る前に基準値 $W_0$ を指定しておく。(S2)

次に、変換後の各ヒストグラムの各重心値が、S2の段階で与えられた基準値 $W_0$ に一致するように、S221、S222、S223で求めた各ヒストグラムを変換する。具体的には、以下のように行う。

【0031】本実施例では二次関数を使って変換するが、この関数に限られるものではない。その二次関数 $f(x)$ を、

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{式3}$$

と置く。但し、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ は定数である。今、変換対象を色成分Rのヒストグラムとし、その輝度レベルの最小値、最大値、重心値を各々0、255、 $W_R$ とする。

【0032】これらの値を式3に代入し、 $x$ の0、255、 $W_R$ に対し、 $f(x)$ を各々、0、255、 $W_0$ と置く。すると、

式4

$$\text{且つ、} f(255) = a \cdot 255^2 + b \cdot 255 + c = 255 \quad \text{式5}$$

$$\text{且つ、} f(W_k) = aW_k^2 + bW_k + c = W_0 \quad \text{式6}$$

【0034】NO(等しくない)ならば、各々S411、S421、S431に戻り、変換後のヒストグラムを再度変換し、変換後の各重心値が $W_0$ と等しくなるまで以上のループを繰り返す。このように、S414、S424、S434で全てがYESになった段階で画像を更新し(S5)、処理を終了する。

【実施例2】本実施例は実施形態2に対応する。

【0035】本実施例のフローチャートは図4に示される。先ず、ユーザが画像の色かぶり補正プログラムを起動すると、CPU2は補正対象の画像ファイルを開き、画像データを取得する。(S1)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数が算出される。(S211、S212、S213)

次に、各色成分毎、各輝度レベル毎に、画像の画素数の総画素数に対する各比率 $P_R(x)$ 、 $P_G(x)$ 、 $P_B(x)$ が算出され、ヒストグラムを得る。(S221、S222、S223)

次に、S31、S32、S33の段階では式1と式2とを用いて平均値が算出される。得られた各ヒストグラムの平均値 $R_{ave}$ 、 $G_{ave}$ 、 $B_{ave}$ は各々、各ヒストグラムの重心値となるので、これらを各々 $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ と呼び換える。

【0036】次の段階に移る前に基準値 $W_0$ を指定しておく。(S2)

次の段階では、この基準値 $W_0$ と前の段階で算出した各重心値との各差異 $|W_0 - W_R|$ 、 $|W_0 - W_G|$ 、 $|W_0 - W_B|$ を算出する。(S41、S42、S43)

次の段階に移る前に、ユーザは $W_0$ と各重心値( $W_R$ 、

$W_G$ 、 $W_B$  ) との間の段階数  $k$  ( $k \geq 3$ ) を指定しておく。(S3)

次の段階では、各重心値 ( $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$ ) と  $W_0$  との間に、各々等間隔に  $k$  個の段階値 ( $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$ ) を算出する。(S51、S52、S53) ここで、1 番目の段階値を各ヒストグラムの各重心値と、そして  $k$  番目の段階値を基準値  $W_0$  と決める。

【0037】次に、変換後の各ヒストグラムの重心値が、変換前の各ヒストグラムに対する  $k$  番目の各段階値 ( $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$ ) に一致するように、各ヒストグラ

$$f(0) = c - 0$$

$$\text{且つ、} f(255) = a \cdot 255^2 + b \cdot 255 + c = 255 \quad \text{式9}$$

$$\text{且つ、} f(W_k) = a W_k^2 + b W_k + c = W_{kR} \quad \text{式10}$$

の関係が成立する。

【0039】このようにして、上記3元1次方程式、式8、式9、式10を解いて  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を求め、 $f(x)$  の関数形を決定する。(S611)

以上の段階は、変換対象の色成分  $G$  のヒストグラム、及び色成分  $B$  のヒストグラムについても並行して行われ、各々に対して  $f(x)$  の関数形が独立に決定される。

(S612、S613)

次に、色成分  $R$  のヒストグラムをこの  $f(x)$  により変換する。具体的には、変換前の輝度レベルを  $x$  とすると、変換後の新ヒストグラムの各輝度レベルは、 $f(x)$  により算出される。このとき輝度レベル  $x$  に対する画素数比率は、輝度レベル  $f(x)$  に対する画素数比率に移行する。このようにしてヒストグラムが変換される。(S621)

以上の段階は、変換対象の色成分  $G$  のヒストグラム、及び色成分  $B$  のヒストグラムに対しても並行して行われ、各々に対してヒストグラムが変換される。(S622、S623)

このようにして  $R$ 、 $G$ 、 $B$  各色に対するヒストグラムが変換された後、S31、S32、S33の段階で行ったように、変換後の各ヒストグラムに対して各重心値  $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$  を算出する。(S631、S632、S633)

次に、これらの各重心値  $W_R$ 、 $W_G$ 、 $W_B$  が各  $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$  と各々等しいかどうかを判定する。(S641、S642、S643)

ここで、YES (等しい) ならば、各々次の段階に進む。

【0040】NO (等しくない) ならば、各々 S611、S612、S613 に戻り、更に変換を行い、変換後の各重心値が各  $W_{kR}$ 、 $W_{kG}$ 、 $W_{kB}$  と各々等しくなるまでこのループを繰り返す。このように、S641、S642、S643 が全て YES になった段階で画像を更新する。(S7)

次に画像の色が良いかどうかを評価する。(S8)

YES (色が良い) なら、処理を終了する。

ムを変換する。具体的には、以下のようにして行う。本実施例では二次関数を使って変換するが、この関数に限られるものではない。二次関数  $f(x)$  を、

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad \text{式7}$$

と置く。但し、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は定数である。

【0038】今、変換対象を色成分  $R$  のヒストグラムとし、その輝度レベルの最小値、最大値、重心値を各々  $0$ 、 $255$ 、 $W_R$  とする。これらの値を式7に代入し、 $x$  の  $0$ 、 $255$ 、 $W_R$  に対し、 $f(x)$  を各々、 $0$ 、 $255$ 、 $W_{kR}$  と置く。すると、

式8

$$\text{且つ、} f(255) = a \cdot 255^2 + b \cdot 255 + c = 255 \quad \text{式9}$$

$$\text{且つ、} f(W_k) = a W_k^2 + b W_k + c = W_{kR} \quad \text{式10}$$

【0041】NO (色が良くない) なら、 $k$  の値を1だけ減ずる。(S9)

次に、減じた  $k$  の値が  $k=1$  であるかどうかを判定する。(S10)

最初のループでは常に NO ( $k \neq 1$ ) であるので、各々、S611、S612、S613の段階に戻り、1だけ減じられた  $k$  番目の各段階値に対して各色成分に対する各  $f(x)$  の関数形を決め、S621、S622、S623の段階と、S631、S632、S633の段階と、S641、S642、S643の段階を経て、S7の段階で画像を更新し、S8で色が良いかどうかを判定する。

【0042】S8でYES (色が良い) なら、処理を終了する。NO (色が良くない) なら、S9を経て、S10にて  $k$  の値が  $k=1$  であるかどうかを判定する。NO ( $k \neq 1$ ) ならば、各々、S611、S612、S613の段階に戻り、これ以降の動作は全て説明した。

【0043】YES ( $k=0$ ) ならば、このときの段階値は原画像のヒストグラムの平均値に対応するので、次の三つの段階の何れか一つに移行する。第一は、S2の基準値  $W_0$ 、S3の段階数  $k$  の少なくとも一方を変えて、再度図4の処理を行う。第二は、画像を更新しないで処理を終了する。

【0044】第三は、図2のフローチャートに示されない段階に移行する。

【0045】

【発明の効果】以上の通り、本発明の実施形態1によれば、物体の色が本来灰色で、照明光がフラットな場合の画像に相当する色調に画像を補正することができ、実施形態2によれば、ヒストグラムの重心を柔軟に変換できるので、実施形態1の場合に前提となっている照明光がフラットなスペクトルを持っているときに、最も好ましい画像が得られるという仮定が成り立たない場合、即ち、特徴的な色調を示す照明条件の元で撮影された画像でも、撮影時の照明光の色調の印象を保ちながら好ましく画像補正できる。実施例1、実施例2によれば、ヒストグラムの変換に二次関数を用いているので、輝度レベ

ルを滑らかに変換することができ、好ましい補正画像が得られる。

【0016】更に、請求項5の発明によれば、以上の好ましい画像補正をコンピュータ上で実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図2】本発明の実施形態2の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図3】本発明の実施例1の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

【図4】本発明の実施例2の画像補正装置の主要部分のフローチャートである。

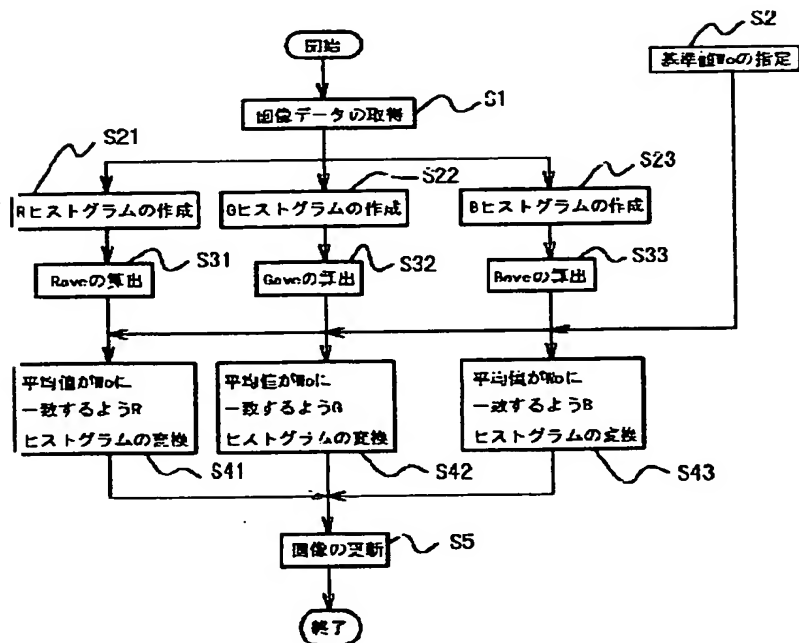
【図5】本発明のハードウェア構成の概要図である。

【図6】直線(a)と直線(b)によるヒストグラムの変換を示す。

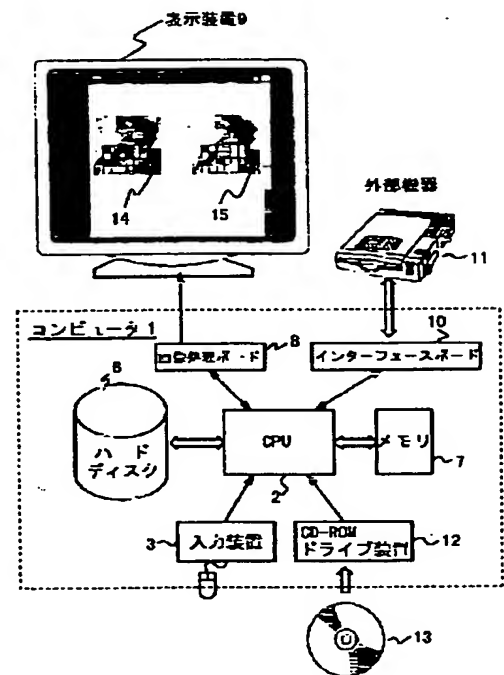
【符号の説明】

- 1 コンピュータ
- 2 CPU
- 3 入力装置
- 7 メモリ
- 8 画像処理ボード
- 9 表示装置
- 10 インターフェースボード
- 11 外部機器
- 12 CD-ROMドライブ装置
- 13 CD-ROM
- 14 補正前の画像
- 15 補正後の画像

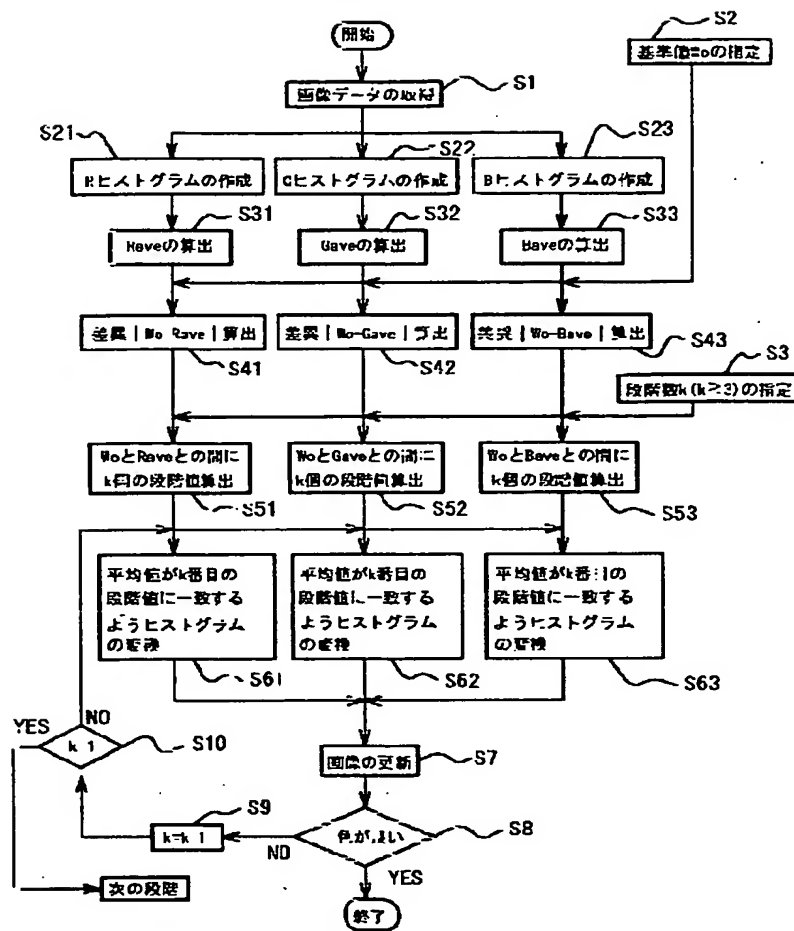
【図1】



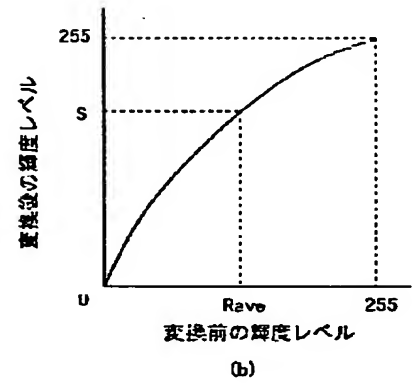
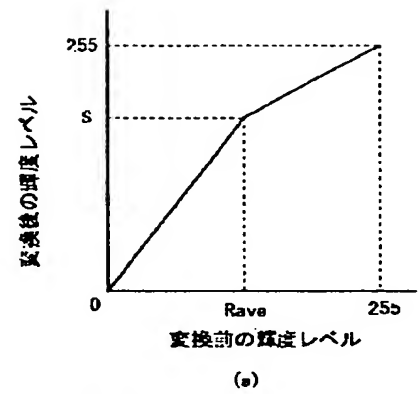
【図5】



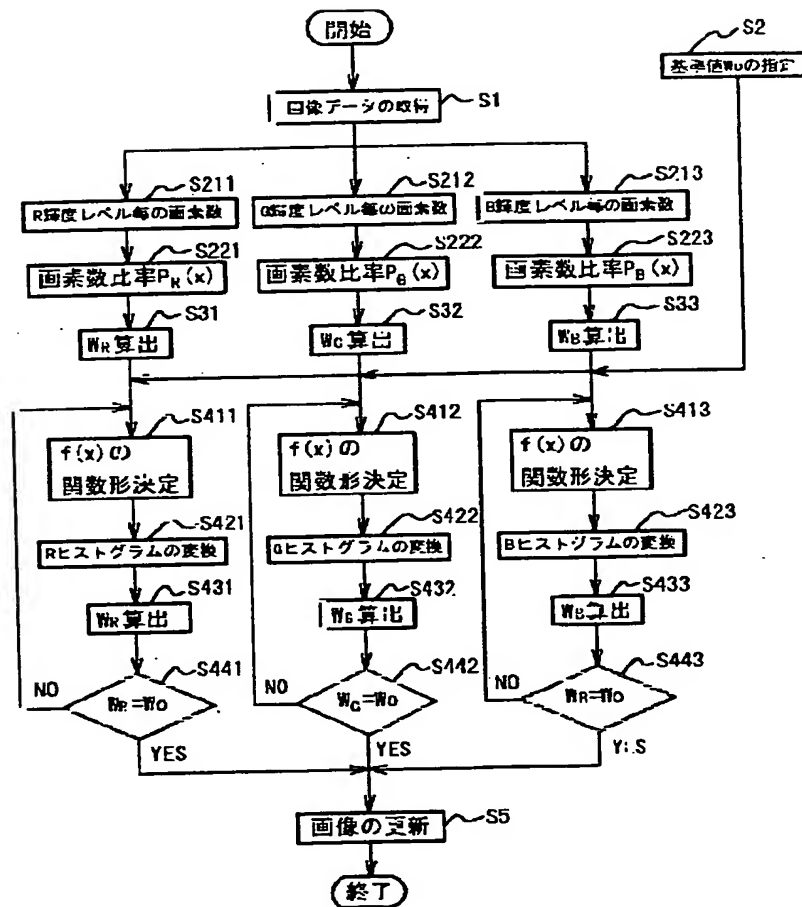
【図2】



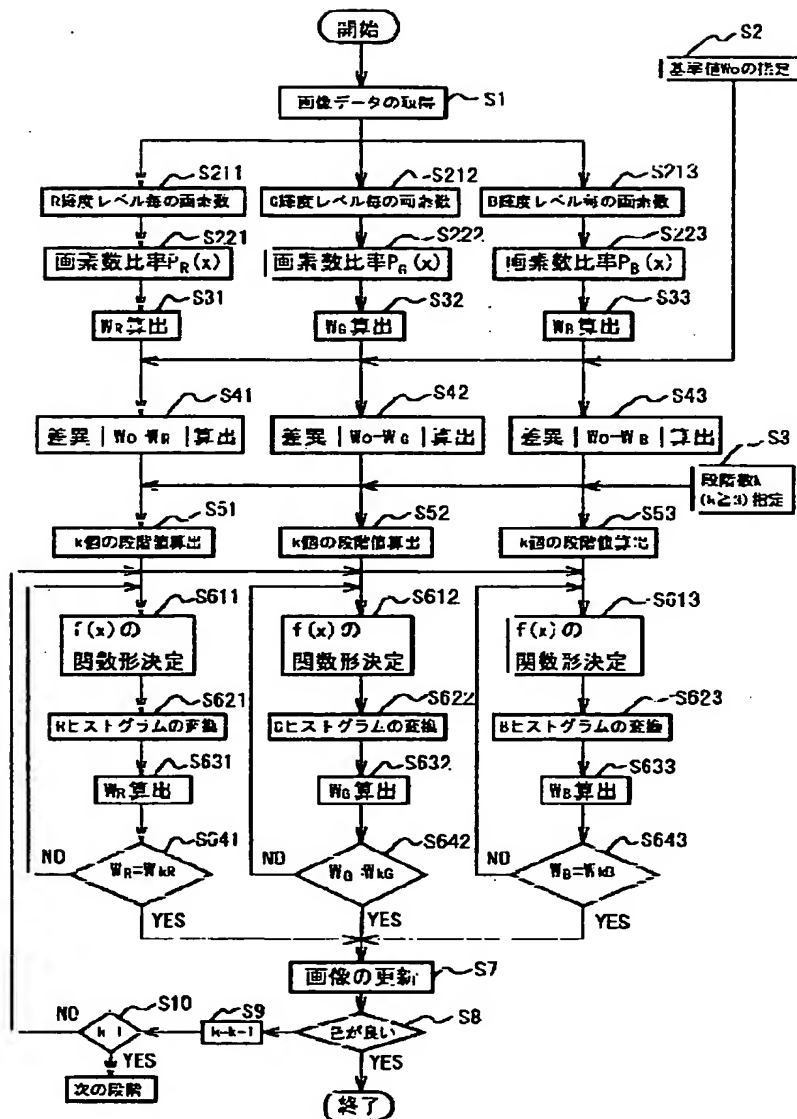
【図6】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA20 CA01 CA08 CA12 CA16  
 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01  
 CE06 CE17 DA17 DB02 DB06  
 DB09 DC19  
 5C055 AA04 AA05 EA05 IIA21 IIA36  
 IIA37  
 5C077 LL01 MP08 PP32 PP37 PQ19  
 TT09  
 5C079 HB01 LB11 NA03 PA08